

N3-003

그래핀-탄소나노튜브 복합체로 제작한 유연성 투명 전도막의 반복 변형에 대한 내구성 향상

이병주, 정구환

강원대학교 신소재공학과

유연성 투명 전도막은 현대 전자산업의 발전에 있어 필수적인 부품소재로서, 가시광선의 투과율이 80%이상이고 면저항이 100 Ω /sq. 이하이며 휘거나 접히고 나아가 두루마리의 형태로도 응용이 가능한 소재를 일컫는다. 이러한 유연성 투명 전도막은 차세대 정보디스플레이 산업 및 유비쿼터스 사회의 중심이 되는 유연성 디스플레이, 터치패널, 발광다이오드, 태양전지 등 매우 다양한 분야에 응용이 기대된다. 이러한 이유로 고 신뢰성 유연성 투명 전도막 개발기술은 차세대 산업에 있어서의 핵심기술로 인식되고 있다. 현재로서는 인듐 주석 산화물(indium tin oxide; ITO) 및 전도성 유기고분자를 사용하여 투명 전도막을 제조하고 있으나, ITO 박막의 경우 인듐 자원의 고갈로 인한 가격상승 및 기판과의 낮은 접착력, 열팽창계수의 차이로 인한 공정상의 문제, 산화물 특유의 취성으로 인한 유연소재로서의 내구성 저하 등의 문제가 제기되고 있다. 전도성 유기고분자의 경우는 낮은 전기전도도와 기계적강도, 유기용매 처리 등의 문제점이 지적되고 있다. 따라서 높은 전기전도도와 투광도 뿐만 아니라 유연성을 지니는 재료의 개발이 요구되고 있는 실정이다. 최근 이러한 재료로서 그래핀(graphene)과 탄소나노튜브(carbon nanotube; CNT)를 중심으로 하는 탄소나노소재가 주목받고 있으며 많은 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 열화학기상증착법(thermal vapor deposition; TCVD)으로 합성된 그래핀 및 CNT를 이용하여 탄소나노소재 복합체 기반의 유연성 투명 전도막을 제작하고 그 특성을 평가하였다. 그래핀과 CNT합성을 위한 기판으로는 각각 300 nm 두께의 니켈과 1 nm 철이 증착된 실리콘 웨이퍼를 이용하였으며, 원료가스로는 메탄(CH₄)과 아세틸렌(C₂H₂)등의 탄화수소가스를 이용하였다. 그래핀의 경우 원료가스의 유량, 합성온도, 냉각속도를 변경하여 대면적으로 두께균일도가 높은 그래핀을 합성하였으며, CNT의 경우 합성시간을 변수로 길이 제어합성도도하였다. 합성된 그래핀은 식각공정을, CNT는 스프레이 증착공정을 통해 고분자 기판(polyethylene terephthalate; PET)위에 순차적으로 전사 및 증착하여 탄소나노소재 복합체 기반의 유연성 투명 전도막을 제작하였다. 제작된 탄소나노소재 복합체 기반의 유연성 투명 전도막은 물리적 과부하를 받았을 때 발생할 수 있는 유연성 투명 전도막의 구조적결함에 기인하는 전도성 저하를 보상하는 특징이 있어, 그래핀과 탄소나노튜브 각각으로 제조된 유연성 투명 전도막보다 물리적인 하중이 반복적으로 인가되었을 때 내구성이 향상되는 효과가 있다. 40% 스트레인을 반복적으로 인가하였을 때 그래핀 투명 전도막은 20 사이클 이후에 면저항이 1-2 k Ω /sq.에서 15 k Ω /sq. 이상으로 급증한 반면 그래핀-CNT 복합체 투명 전도막은 30사이클까지 1-2 k Ω /sq. 정도의 면저항을 유지하였다.

Keywords: 그래핀, 탄소나노튜브, 탄소나노소재 복합체, 유연성 투명 전도막